

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur visuellen Unterstützung einer elektrophysiologischen Katheteranwendung im Herzen

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur visuellen Unterstützung einer elektrophysiologischen Katheteranwendung im Herzen, bei denen während der Durchführung der Katheteranwendung bereitgestellte elektro-
10 anatomische 3D-Mapping-Daten eines zu behandelnden Bereiches des Herzens visualisiert werden.

Die Behandlung von Herzrhythmus-Störungen hat sich seit der Einführung der Technik der Katheterablation mittels Hochfrequenzstrom wesentlich gewandelt. Bei dieser Technik wird unter Röntgenkontrolle ein Ablations-Katheter über Venen oder Arterien in eine der Herzkammern eingeführt und durch Hochfrequenzstrom das die Herzrhythmus-Störungen hervorrufende Gewebe verödet. Voraussetzung für eine erfolgreiche Durchführung einer Katheterablation ist die genaue Ortung der Ursache der Herzrhythmus-Störung in der Herzkammer. Diese Ortung erfolgt über eine elektrophysiologische Untersuchung, bei der elektrische Potentiale mit einem in die Herzkammer eingeführten Mapping-Katheter orts aufgelöst erfasst werden. Aus dieser
15 elektrophysiologischen Untersuchung, dem so genannten elektroanatomischen Mapping, werden somit 3D-Mapping-Daten erhalten, die an einem Monitor visualisiert werden können. Die Mapping-Funktion und die Ablations-Funktion sind dabei in vielen Fällen in einem Katheter vereint, so dass der Mapping-
20 Katheter gleichzeitig auch ein Ablations-Katheter ist.
25
30

Ein bekanntes elektroanatomisches 3D-Mapping-Verfahren, wie es mit dem Carto-System der Fa. Biosense Webster Inc., USA, durchführbar ist, basiert auf elektromagnetischen Prinzipien.
35 Unter dem Untersuchungstisch werden drei verschiedene magnetische Wechselfelder geringer Intensität aufgebaut. Mittels integrierter elektromagnetischer Sensoren an der Katheter-

- spitze des Mapping-Katheters ist es möglich, die durch Katheterbewegungen induzierten Spannungsänderungen innerhalb des Magnetfeldes zu messen und mit Hilfe mathematischer Algorithmen zu jedem Zeitpunkt die Position des Mapping-Katheters zu
- 5 errechnen. Durch punktweises Abtasten der endokardialen Kontur einer Herzkammer mit dem Mapping-Katheter bei simultaner Erfassung der elektrischen Signale entsteht eine elektroanatomische dreidimensionale Landkarte, in der die elektrischen Signale farbkodiert wiedergegeben werden.
- 10 Die für die Führung des Katheters erforderliche Orientierung des Bedieners erfolgt in der Regel bisher über fluoroskopische Visualisierung. Da die Position des Mapping-Katheters beim elektroanatomischen Mapping jederzeit bekannt ist, kann
- 15 bei dieser Technik nach Erfassung einer genügend großen Anzahl von Messpunkten die Orientierung auch durch kontinuierliche Darstellung der Katheterspitze in der elektroanatomischen Landkarte erfolgen, so dass in diesem Stadium auf eine fluoroskopische Bildtechnik mit Röntgendurchleuchtung verzichtet werden kann.
- 20 Die bisher nicht optimalen Orientierungsmöglichkeiten des Bedieners bei der Führung des Katheters stellen ein grundsätzliches Problem bei der Durchführung der Katheterablation innerhalb des Herzens dar. Eine genauere Darstellung der morphologischen Umgebung während der Führung des Katheters würde
- 25 einerseits die Genauigkeit bei der Katheterablation erhöhen und andererseits auch die Zeit für die Durchführung des elektroanatomischen Mapping verkürzen. Weiterhin könnte die
- 30 in vielen Fällen für das elektroanatomische Mapping noch erforderliche Röntgendurchleuchtung verringert oder vermieden und damit auch die applizierte Röntgensdosis reduziert werden.
- 35 Zur Verbesserung der Orientierung des Bedieners bei der Führung des Katheters sind unterschiedliche Techniken bekannt. Bei einer Technik wird ein spezieller Katheter mit einem

Ultraschall-Messkopf eingesetzt, wie er beispielsweise von der Fa. Siemens AG Medical Solutions unter der Bezeichnung Acunav angeboten wird. Über eine zweidimensionale Ultraschallerfassung der Umgebung sowie eines Teils des Katheters können Teile des zu verödenden Zielgewebes zusammen mit dem Katheter in Echtzeit visualisiert werden. Der Einsatz eines derartigen Katheters liefert allerdings keine dreidimensionale Bildinformation. Die Ultraschalldarstellung kann daher nur eingesetzt werden, um beispielsweise einen so genannten Lasso-Katheter in die Öffnung der Pulmonalvene einzusetzen. Nach der Positionierung des Lasso-Katheters kann eine Gewebeverödung um die Öffnung einer Pulmonalvene unter Visualisierung sowohl des Lasso-Katheters als auch des Ablations-Katheters mittels Röntgenstrahlung durchgeführt werden.

Bei einer anderen bekannten Technik wird ein Lasso-Katheter ohne Unterstützung bildgebender 2D-Ultraschalltechnik an der Öffnung der Pulmonalvene platziert, indem ein Kontrastmittel über einen im linken Vorhof im Bereich der Pulmonalvenenöffnung geführten Katheter unter Röntgendurchleuchtung appliziert wird. Das Kontrastmittel verteilt sich dabei, wobei ein kleiner Teil mit dem Blutfluss über die Pulmonalvene austritt. Diese Kurzzeit-Visualisierung der Pulmonalvene ermöglicht die Platzierung des Lasso-Katheters in der Öffnung. Die Katheterablation kann nachfolgend wie bei der vorgenannten Technik durchgeführt werden.

Weiterhin ist eine Technik bekannt, bei der die Öffnung der Pulmonalvene durch elektroanatomisches Mapping des linken Vorhofs und der Pulmonalvenen lokalisiert wird, indem der Mapping-Katheter zunächst in eine Pulmonalvene eingeführt und anschließend zurückgezogen wird, bis elektrische Aktivität des Vorhofs detektiert wird. Diese Position entspricht der Position der Öffnung der Pulmonalvene, um die das Zielgewebe verödet werden soll.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur visuellen Unterstützung einer elektrophysiologischen Katheteranwendung im Herzen anzugeben, die eine verbesserte Orientierung während der Führung des Katheters bei der Katheteranwendung, insbesondere
5 beim elektroanatomischen Mapping und/oder bei einer Katheterablation ermöglichen.

Die Aufgabe wird mit dem Verfahren sowie der Vorrichtung gemäß den Patentansprüchen 1 und 15 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sowie der Vorrichtung sind Gegenstand der Unteransprüche oder lassen sich aus der nachfolgenden Beschreibung sowie den Ausführungsbeispielen entnehmen.
10

Bei dem vorliegenden Verfahren zur visuellen Unterstützung einer elektrophysiologischen Katheteranwendung im Herzen, insbesondere einer Katheterablation, werden vor der Durchführung der Katheteranwendung zunächst 3D-Bilddaten einer den zu behandelnden Bereich enthaltenden Körperregion mit einem Verfahren der tomographischen 3D-Bildgebung erfasst. Aus den 3D-Bilddaten wird anschließend der zu behandelnde Bereich oder zumindest signifikante Anteile davon extrahiert. Die hierdurch erhaltenen selektierten 3D-Bilddaten und die bereitgestellten elektroanatomischen 3D-Mapping-Daten werden schließlich lage- und dimensionsrichtig zugeordnet und, vorzugsweise während der Durchführung der Katheteranwendung, gleichzeitig nebeneinander lage- und dimensionsrichtig visualisiert.
15
20
25

Durch das vorliegende Verfahren und die zugehörige Vorrichtung wird somit dem Bediener eine Hilfestellung bei der Orientierung innerhalb des Herzens gegeben, indem die anatomischen 3D-Bilddaten und die 3D-Mapping-Daten nebeneinander in gleicher Orientierung und Skalierung an einem oder mehreren Anzeigeflächen oder Monitoren dargestellt werden. Hierdurch sind sowohl die elektrophysiologischen Eigenschaften des Gewebes als auch die zugehörige anatomische Umgebung in Echt-
30
35

zeit während der Katheteranwendung erkennbar. Die Visualisierung kann dabei sowohl im Kontrollraum als auch im Arbeitsraum des Herzkatheterlabors erfolgen.

- 5 Für die Erfassung der 3D-Bilddaten können beispielsweise Verfahren der Röntgen-Computer-Tomographie, der Magnetresonanztomographie oder der 3D-Ultraschall-Bildgebung eingesetzt werden. Auch Kombinationen dieser Bildgebungsverfahren sind selbstverständlich möglich. Es muss lediglich darauf geachtet
10 werden, dass die 3D-Bildaufnahmen bei der gleichen Herzphase erfolgen wie die bereitgestellten elektroanatomischen 3D-Mapping-Daten, um jeweils den gleichen Zustand des Herzens zu erfassen. Dies kann mit der bekannten Technik des EKG-Gating bei der Erfassung der Bilddaten sowie der elektroanatomischen
15 Mapping-Daten gewährleistet werden.

- Die dimensions- und lagerichtige Zuordnung der elektroanatomischen 3D-Mapping-Daten und der selektierten 3D-Bilddaten kann durch unterschiedliche Techniken erfolgen. Eine Möglichkeit besteht in der Registrierung zwischen den jeweiligen Da-
20 ten durch visuelle Anpassung eines durch Segmentierung extrahierten 3D-Oberflächenverlaufs an die Darstellung der elektroanatomischen 3D-Mapping-Daten. Weiterhin lassen sich auch künstliche Marker oder natürliche markante Punkte nutzen, die
25 in beiden Datensätzen erkennbar sind. Für die Registrierung kann neben dem zu behandelnden Bereich auch ein Nachbarbereich herangezogen werden, soweit dieser in den vorhandenen Daten enthalten ist. In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens sowie der Vorrichtung erfolgt die Registrierung in
30 einem ersten Stadium, in dem nur ein kleinerer Teil der elektroanatomischen 3D-Mapping-Daten vorliegt, mit Hilfe von künstlichen Markern oder von markanten Punkten und in einem oder mehreren nachfolgenden Stadien, in denen bereits eine größere Anzahl elektroanatomischer 3D-Mapping-Daten vorliegt,
35 durch Oberflächenanpassung. Auf diese Weise wird die Registrierung während der Katheteranwendung mit zunehmender Anzahl elektroanatomischer 3D-Mapping-Daten verbessert.

Die Darstellung der selektierten 3D-Bilddaten kann mittels einer Volume-Rendering-Technik erfolgen. In einer weiteren Ausgestaltung wird ein extrahierter 3D-Oberflächenverlauf
5 durch ein Polygonnetz dargestellt, wie dies aus dem Bereich der Computergraphik bekannt ist. Die Darstellung kann mit einer einstellbaren Volume-Rendering Transferfunktion erfolgen.

Die vorliegende Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens
10 umfasst eine oder mehrere Eingangsschnittstellen für die elektroanatomischen 3D-Mapping-Daten und die mit einem bildgebenden tomographischen Verfahren erfassten 3D-Bilddaten. Die Vorrichtung weist ein Extrahierungsmodul zur Extrahierung eines zu behandelnden Bereiches oder signifikanter Anteile
15 davon aus den 3D-Bilddaten auf, das selektierte 3D-Bilddaten liefert. Mit diesem Extrahierungsmodul ist ein Registrierungsmodul verbunden, das für die lage- und dimensionsrichtige Zuordnung der elektroanatomischen 3D-Mapping-Daten und der selektierten 3D-Bilddaten ausgebildet ist. Mit diesem Regist-
20 rierungsmodul ist wiederum ein Visualisierungsmodul verbunden, das die 3D-Mapping-Daten und die selektierten 3D-Bilddaten so zur Visualisierung bereitstellt, dass sie lage- und dimensionsrichtig nebeneinander mit einem oder mehreren Anzeigegeräten darstellbar sind.

25 Die einzelnen Module der Vorrichtung sind in unterschiedlichen Ausgestaltungen entsprechend zur Durchführung der nachfolgend aufgezeigten unterschiedlichen Ausführungsformen des Verfahrens ausgebildet.

30 Das vorliegende Verfahren sowie die zugehörige Vorrichtung werden nachfolgend in Verbindung mit der Figur nochmals näher erläutert. Die Figur zeigt hierzu die einzelnen Schritte bei der Durchführung des vorliegenden Verfahrens bzw. die einzelnen
35 Module der zugehörigen Vorrichtung.

In einem ersten Schritt 1 erfolgt beim vorliegenden Verfahren die Erfassung der 3D-Bilddaten der Körperregion, die insbesondere die zu behandelnde Herzkammer enthält. Bei der Erfassung dieser 3D-Bilddaten kann für eine spätere Registrierung auch ein größerer Teil des Herzens eingeschlossen werden. Die Erfassung der 3D-Bilddaten erfolgt mit einem Verfahren der tomographischen 3D-Bildgebung, wie beispielsweise Röntgen-Computer-Tomographie, Magnetresonanz-Tomographie oder 3D-Ultraschalltechniken. Bei der Erfassung der 3D-Bilddaten ist darauf zu achten, dass diese Bilddaten jeweils für die gleiche Herzphase erfasst werden, für die auch später die elektroanatomischen 3D-Mapping-Daten bereitgestellt werden. Dies wird durch EKG-Gating der Bilderfassung sowie der Erfassung der 3D-Mapping-Daten gewährleistet, beispielsweise durch Bezugnahme auf einen Prozentwert des RR-Intervalls oder auf einen festen Zeitabstand vor oder nach dem R-Peak.

Bei der Durchführung des Verfahrens ist es wichtig, hochauflösende Bilddaten der Herzkammer zu erfassen, die während der Katheteranwendung elektroanatomisch vermessen wird. Vorzugsweise wird daher für die Erfassung der 3D-Bilddaten ein Kontrastmittel in Verbindung mit einem Testbolus oder Bolustracking eingesetzt.

Elektrophysiologische Verfahren werden in der Regel in einer der Herzkammern durchgeführt, so dass 3D-Mapping-Daten der zu behandelnden Herzkammer bereitgestellt werden. Unter den Herzkammern werden in der vorliegenden Anmeldung sowohl die Ventrikel als auch die Vorhöfe verstanden. Für die Visualisierung gemäß dem vorliegenden Verfahren werden die Bilddaten dieser Herzkammer oder zumindest signifikanter Anteile davon aus den erfassten 3D-Bilddaten extrahiert. Für den Extrahierungsschritt 2 können folgende Techniken oder auch eine Kombination dieser Techniken eingesetzt werden.

In einer Ausgestaltung des Verfahrens kann die Extrahierung 2 durch sogenanntes Volume-Clipping erfolgen. Hierbei werden

interaktiv über eine Eingabeschnittstelle 8 nacheinander Einstellungen für eine Anzahl von Clip-Ebenen durchgeführt, durch die ein durch die 3D-Bilddaten erhältliches 3D-Bild auf ein Teilvolumen beschränkt wird, das die zu behandelnde Herzkammer enthält.

Eine weitere mögliche Technik zur Extrahierung 2 besteht im sogenannten Volume-Punching, bei dem nacheinander interaktiv Punching-Operationen durchgeführt werden, um irrelevante Teile des durch die 3D-Bilddaten erhältlichen 3D-Bildes auszublenden. Dies kann auch Teile des Herzens betreffen, die für die spätere Darstellung nicht relevant sind.

Eine weitere Technik besteht in der Segmentierung der 3D-Bilddaten, um einen 3D-Oberflächenverlauf der fraglichen Herzkammer sowie optional daran angrenzender Gefäße zu erhalten. Diese Segmentierung kann für eine spätere Darstellung des Oberflächenverlaufes dieser Objekte und in einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens auch für die lage- und dimensionsrichtige Zuordnung zu den 3D-Mapping-Daten genutzt werden.

Die Segmentierung der zu behandelnden Herzkammer - oder weiterer Kammern oder Herzgefäße - kann in Form einer 2D-Segmentierung in einzelnen Schichten erfolgen. Eine Möglichkeit besteht darin, eine vollautomatische Segmentierung aller durch das bildgebende Verfahren erhaltenen Schichten der Herzkammer durchzuführen. Alternativ hierzu können auch ein oder mehrere der Schichten interaktiv durch einen Bediener und die jeweils darauf folgenden Schichten automatisch auf Basis der Vorkenntnis der bereits segmentierten Schichten segmentiert werden. Die interaktive Segmentierung einzelner Schichten kann auch durch halbautomatische Techniken, wie beispielsweise die Technik der aktiven Konturen, unterstützt werden. Nach der Segmentierung aller Einzelschichten kann dann der 3D-Oberflächenverlauf der Herzkammer rekonstruiert werden.

Die Segmentierung kann auch als 3D-Segmentierung der zu behandelnden Herzkammer - oder weiterer Kammern oder Herzgefäße - mittels bekannter 3D-Segmentierungstechniken erfolgen. Beispiele für derartige 3D-Segmentierungstechniken sind die
5 Schwellwerttechnik oder die Technik des Region-Growing. Falls diese vollautomatischen 3D-Segmentierungs-Algorithmen in einzelnen Fällen nicht zuverlässig arbeiten, so kann eine interaktive Eingabemöglichkeit für einen Bediener bereitgestellt werden, um beispielsweise Grauwert-Schwellwerte oder räumliche
10 Blocker vorgeben zu können.

Die Extrahierung 2 erfolgt im Extrahierungsmodul 11 der vorliegenden Vorrichtung 10. Dieses Extrahierungsmodul 11 erhält die erfassten 3D-Bilddaten über eine entsprechende Eingangsschnittstelle 14. In gleicher Weise werden der Vorrichtung 10
15 über die gleiche oder eine weitere Schnittstelle 15 die 3D-Mapping-Daten in der Regel kontinuierlich während der Dauer der elektrophysiologischen Katheteranwendung zugeführt.

20 Die aus der Extrahierung erhaltenen selektierten 3D-Bilddaten werden dem Registrierungsmodul 12 zugeführt, in dem die lage- und dimensionsrichtige Zuordnung der selektierten 3D-Bilddaten zu den im Schritt 3 bereitgestellten 3D-Mapping-Daten erfolgt. Die 3D-Mapping-Daten werden über einen Mapping-Katheter erhalten, der über einen in die Spitze des Katheters integrierten 6D-Positionssensor 3D-Koordinaten von Oberflächenpunkten der zu behandelnden Herzkammer liefert. Derartige Katheter sind aus dem Stand der Technik für die Katheterablation bzw. das elektroanatomische Mapping bekannt. Der Katheter
25 wird hierbei vom Bediener über Venen oder Arterien in die jeweilige Herzkammer eingeführt. Die Führung des Katheters sowie die Erfassung der 3D-Mapping-Daten ist nicht Bestandteil des vorliegenden Verfahrens. Während der Katheterablation bzw. dem elektroanatomischen Vermessen der zu behandelnden
30 Herzkammer werden den Mapping-Daten im Laufe der Zeit zunehmend mehr Oberflächenpunkte hinzugefügt. Diese Oberflächenpunkte werden für die Rekonstruktion der morphologischen

Struktur der Kammer, d.h. für dessen Visualisierung eingesetzt. Auf diese Weise entsteht im Laufe der Zeit ein zunehmend detaillierteres Bild der zu behandelnden Herzkammer aus den elektroanatomischen 3D-Mapping-Daten.

5

Beim Registrierungsschritt 4 im Registrierungsmodul 12 erfolgt neben der lagerichtigen Zuordnung auch eine Anpassung der Dimensionen der selektierten 3D-Bilddaten und der 3D-Mapping-Daten. Dies ist erforderlich, um eine möglichst gute
10 Übereinstimmung der 3D-Bilddaten der Herzkammer bzw. deren Oberfläche in gleicher Orientierung, Skalierung und Form mit der entsprechenden Visualisierung der Herzkammer aus den 3D-Mapping-Daten zu erreichen. Hierfür ist in der Regel eine Transformation der selektierten 3D-Bilddaten oder der 3D-
15 Mapping-Daten erforderlich, die drei Translationsfreiheitsgrade, drei Rotationsfreiheitsgrade, drei Skalierungsfreiheitsgrade und/oder eine Anzahl von Vektoren zur Deformation umfassen kann.

20 In einer ersten Ausgestaltung kann die Registrierung durch visuelle Anpassung erfolgen. Hierfür verändert ein Bediener die visualisierten Daten so lange, bis die Orientierung, Skalierung und/oder Form der dargestellten Herzkammer in beiden Repräsentationen, d.h. auf Basis der 3D-Bilddaten und auf Ba-
25 sis der 3D-Mapping-Daten, übereinstimmt. Die visuelle Anpassung kann über eine geeignete grafische Benutzerschnittstelle 9 erfolgen.

Weiterhin können künstliche Marker für die Registrierung eingesetzt werden. So können in einer Ausgestaltung vor der Erfassung der 3D-Bilddaten die künstlichen Marker an der Brust des Patienten befestigt werden. Diese Marker bleiben während der gesamten nachfolgenden Katheteranwendung an der gleichen Position fixiert. Wenigstens drei dieser Marker sind erforderlich, um eine korrekte Registrierung, d.h. Zuordnung der
30 Bilddaten zu den Mapping-Daten zu erreichen. Hierbei müssen Marker eingesetzt werden, die sowohl in den 3D-Bilddaten er-

kennbar als auch durch den Positionssensor des Mapping-Systems identifizierbar sind.

Eine weitere Ausgestaltung zur Registrierung sieht vor, globale anatomische Marker, d.h. markante natürliche Punkte des zu behandelnden Bereiches oder dessen Umgebung, für eine Registrierung zu nutzen. Diese markanten Punkte müssen in den 3D-Bilddaten identifizierbar sein und werden vorzugsweise mit dem Mapping-Katheter unter Einsatz einer fluoroskopischen Bildgebungstechnik angefahren. Derartige markante Punkte sind beispielsweise die Öffnungen der Vena Cava Superior und Inferior oder des Koronarsinus. Die markanten Punkte können dann automatisch in den 3D-Bilddaten sowie den 3D-Mapping-Daten detektiert werden, so dass eine lage- und dimensionsrichtige Zuordnung dieser Daten berechnet werden kann.

Eine weitere vorteilhafte Möglichkeit zur Registrierung der 3D-Bilddaten und der 3D-Mapping-Daten besteht in der automatischen Anpassung der auf Basis dieser Daten dargestellten Oberflächen. Im Falle einer Extrahierung der zu behandelnden Herzkammer durch Segmentierung kann eine automatische Anpassung der extrahierten 3D-Oberflächenkontur der Herzkammer an die durch die 3D-Mapping-Daten erhaltene Oberflächenkontur der Herzkammer erfolgen. Bei Abweichungen in der Form der aus den 3D-Bilddaten und den 3D-Mapping-Daten erhaltenen Oberflächenkonturen können deformierende Anpassungsalgorithmen auf die Oberflächenkontur aus den 3D-Bilddaten oder auf die Oberflächenkontur aus den 3D-Mapping-Daten angewendet werden, um die gegenseitige Anpassung zu verbessern.

Die Oberflächenanpassung kann beispielsweise durch Minimierung von Punktabständen zwischen Oberflächenpunkten der Mapping-Daten und Oberflächenpunkten der aus den 3D-Bilddaten extrahierten 3D-Oberflächenkontur erfolgen (Punkt-zu-Punkt-Anpassung). Alternativ kann die Anpassung auch durch Minimierung von Punktabständen zwischen Oberflächenpunkten der Mapping-Daten und interpolierten Oberflächenpunkten der 3D-

Bilddaten durchgeführt werden (Punkt-zu-Oberfläche-Anpassung).

Für die Durchführung der Oberflächenanpassung ist eine gute
5 Oberflächenrepräsentation der zu behandelnden Herzkammer
durch die 3D-Mapping-Daten erforderlich. Da diese Daten in
der Regel jedoch über eine längere Zeitdauer gesammelt wer-
den, d.h. zu Beginn der Katheterablation nur wenige elektro-
anatomische 3D-Mapping-Daten zur Verfügung stehen, wird vor-
10 zugsweise ein mehrstufiger Prozess der Registrierung durchge-
führt. Hierbei erfolgt in einer anfänglichen ersten Stufe ei-
ne Registrierung durch Marker. Die Genauigkeit der Registrie-
rung wird dann im Verlauf des Verfahrens durch Oberflächenan-
passung in einem zweiten Schritt verbessert. Selbstverständ-
15 lich lassen sich auch mit zunehmender Anzahl von Mapping-
Punkten weitere Schritte der Oberflächenanpassung vornehmen,
durch die gegebenenfalls eine weitere Erhöhung der Genauig-
keit ermöglicht wird. Diese mehrstufige Registrierung ist von
Vorteil, da die Registrierung durch Oberflächenanpassung bei
20 entsprechend guter Oberflächenrepräsentation genauer ist als
die Registrierung mittels anatomischer markanter Punkte oder
künstlicher Marker, eine gute Oberflächenrepräsentation durch
die Mapping-Daten jedoch erst in einem späteren Verlauf des
Verfahrens erhalten wird.

25 In der anfänglichen ersten Stufe kann auch eine Kombination
aus einer Registrierung mittels Markern und einer Registrie-
rung mittels Oberflächenanpassung erfolgen. So kann bei-
spielsweise eine Registrierung des linken Vorhofs durch Ober-
30 flächenanpassung einer Gefäßoberfläche z.B. der Pulmonalarte-
rie, und zusätzlich anhand markanter anatomischer Punkte des
rechten Vorhofs, z.B. des Koronarsinus oder der Öffnung der
Vena Cava Inferior oder der Vena Cava Superior, erfolgen.

35 Nach der Registrierung zwischen den 3D-Mapping-Daten und den
selektierten 3D-Bilddaten werden in Schritt 5 im Visualisie-
rungsmodul 13 die Daten so zur Visualisierung bereitgestellt,

dass sie lage- und dimensionsrichtig nebeneinander mit einem oder mehreren Anzeigegeräten 6 darstellbar sind. Mit dem gestrichelten Pfeil ist in der Figur die Möglichkeit der Verfeinerung der Registrierung bzw. Überlagerung im Verlauf der Katheterablation durch einen mehrstufigen Prozess angedeutet, wie dies bereits vorangehend erläutert wurde.

Für die Visualisierung lassen sich unterschiedliche Techniken einsetzen. So kann in einer Ausgestaltung die Visualisierung der selektierten 3D-Bilddaten durch eine Volume-Rendering-Technik erfolgen, wobei die Visualisierung durch Einstellung der Volume-Rendering-Transfer-Funktion 7 beeinflussbar ist. Da die Visualisierung der 3D-Mapping-Daten die Visualisierung der Position und Orientierung des Mapping-Katheters enthält, ist es auch möglich, den selektierten 3D-Bilddaten die Darstellung der Position und Orientierung des Mapping-Katheters zu überlagern.

In einer weiteren Ausgestaltung kann bei einer Segmentierung der 3D-Bilddaten die aus den 3D-Bilddaten extrahierte Oberfläche auch als oberflächenschattierte Darstellung oder nach einer Triangulation als Polygonnetz visualisiert werden. Auch in diesem Fall ist es möglich, die Position und Orientierung des Mapping-Katheters zusammen mit dem die Oberfläche repräsentierenden Polygonnetz darzustellen.

In einer vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens sowie der zugehörigen Vorrichtung werden beide Visualisierungen so miteinander verknüpft, dass sie simultan verschoben, rotiert und skaliert werden können. Zusätzlich kann ein sogenannter verlinkter Cursor eingesetzt werden, der jeweils korrespondierende Positionen in der Visualisierung der 3D-Bilddaten und in der Visualisierung der 3D-Mapping-Daten zeigt. Bei Bewegung des Cursors durch einen Benutzer in einer der Visualisierungen bewegt sich der Cursor dann entsprechend in der anderen Visualisierung.

- Weiterhin kann der Mapping-Katheter, dessen Darstellung in den 3D-Mapping-Daten enthalten ist und der in der Visualisierung dieser Daten erkennbar ist, wie bereits angedeutet, bei entsprechender Registrierung zwischen den 3D-Bilddaten und
- 5 den 3D-Mapping-Daten auch der Visualisierung der selektierten 3D-Bilddaten überlagert werden. Auf diese Weise kann die Position und Orientierung dieses Katheters auch jederzeit in der Visualisierung der selektierten 3D-Bilddaten erkannt werden.

10

Patentansprüche

1. Verfahren zur visuellen Unterstützung bei einer elektro-physiologischen Katheteranwendung im Herzen, bei dem während
5 der Durchführung der Katheteranwendung bereit gestellte elektroanatomische 3D-Mapping-Daten eines zu behandelnden Bereiches des Herzens visualisiert werden, dadurch gekennzeichnet, dass mit einem Verfahren der tomographischen 3D-Bildgebung
10 vor der Durchführung der Katheteranwendung 3D-Bilddaten einer den zu behandelnden Bereich enthaltenden Körperregion erfasst werden;
aus den 3D-Bilddaten der zu behandelnde Bereich oder signifikante Anteile davon extrahiert werden, um selektierte 3D-
15 Bilddaten zu erhalten; und
die elektroanatomischen 3D-Mapping-Daten und die selektierten 3D-Bilddaten lage- und dimensionsrichtig zugeordnet und nebeneinander visualisiert werden.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die 3D-Bilddaten der Körperregion mit einem Verfahren der Röntgen-Computertomographie oder der Magnetresonanztomographie erfasst werden.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die 3D-Bilddaten der Körperregion mit einem 3D-Ultraschallverfahren erfasst werden.
- 30 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Extrahierung signifikanter Anteile des zu behandelnden Bereiches durch Segmentierung der 3D-Bilddaten erfolgt,
35 um einen 3D-Oberflächenverlauf von Objekten im zu behandelnden Bereich zu erhalten.

5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die lage- und dimensionsrichtige Zuordnung automatisch
durch Oberflächenanpassung erfolgt, indem der 3D-Oberflächen-
5 verlauf aus den 3D-Bilddaten mit einem 3D-Oberflächenverlauf
aus den 3D-Mapping-Daten zumindest annähernd in Übereinstim-
mung gebracht wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4,
10 dadurch gekennzeichnet,
dass die lage- und dimensionsrichtige Zuordnung automatisch
in einem ersten Stadium während der Durchführung der Kathe-
teranwendung anhand markanter anatomischer Punkte oder künst-
licher Marker erfolgt und in einem späteren zweiten Stadium
15 durch Oberflächenanpassung verfeinert wird, bei der der 3D-
Oberflächenverlauf aus den 3D-Bilddaten mit einem 3D-Ober-
flächenverlauf aus den 3D-Mapping-Daten zumindest annähernd
in Übereinstimmung gebracht wird.
- 20 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die lage- und dimensionsrichtige Zuordnung manuell über
eine graphische Benutzerschnittstelle erfolgt.
- 25 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die lage- und dimensionsrichtige Zuordnung automatisch
anhand künstlicher Marker erfolgt, die vor der Erfassung der
3D-Bilddaten am Brustkorb des Patienten angebracht werden und
30 sowohl in den 3D-Bilddaten als auch in den 3D-Mapping-Daten
erkennbar sind.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
35 dass die lage- und dimensionsrichtige Zuordnung automatisch
anhand markanter anatomischer Punkte erfolgt, die sowohl in

den 3D-Bilddaten als auch in den 3D-Mapping-Daten erkennbar sind.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
5 dadurch gekennzeichnet,
dass die Visualisierung der selektierten 3D-Bilddaten über eine Volume-Rendering-Technik erfolgt.
11. Verfahren nach Anspruch 10,
10 dadurch gekennzeichnet,
dass die Visualisierung der selektierten 3D-Bilddaten mit einstellbarer Volume-Rendering Transferfunktion erfolgt.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 in Verbindung
15 mit Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Visualisierung der selektierten 3D-Bilddaten als Polygonnetz erfolgt.
- 20 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die beiden Visualisierungen so miteinander verknüpft werden, dass bei einer Rotation, Verschiebung oder Skalierung einer der Visualisierungen durch einen Bediener die andere
25 Visualisierungen gleichzeitig der gleichen Rotation, Verschiebung oder Skalierung unterzogen wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
30 dass bei einer Registrierung zwischen den 3D-Bilddaten und den 3D-Mapping-Daten eine in den 3D-Mapping-Daten enthaltene Darstellung zumindest eines Teils des Katheters in der Visualisierung der selektierten 3D-Bilddaten in Echtzeit dargestellt wird.
- 35 15. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche mit

- einer oder mehreren Eingangsschnittstellen (14, 15) für elektroanatomische 3D-Mapping-Daten und 3D-Bilddaten,
- einem Extrahierungsmodul (11), das zur Extrahierung eines zu behandelnden Bereiches oder signifikanter Anteile davon
- 5 aus den 3D-Bilddaten ausgebildet ist und selektierte 3D-Bilddaten liefert,
- einem mit dem Extrahierungsmodul (11) verbundenen Registrierungsmodul (12), das für eine lage- und dimensionsrichtige Zuordnung der elektroanatomischen 3D-Mapping-Daten und der
- 10 selektierten 3D-Bilddaten ausgebildet ist, und
- einem mit dem Registrierungsmodul (12) verbundenen Visualisierungsmodul (13), das die 3D-Mapping-Daten und die selektierten 3D-Bilddaten so zur Visualisierung bereitstellt, dass sie lage- und dimensionsrichtig nebeneinander mit einem oder
- 15 mehreren Anzeigegeräten (6) darstellbar sind.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Registrierungsmodul (12) eine graphische Benutzerschnittstelle (9) aufweist, über die ein Bediener die lage- und dimensionsrichtige Zuordnung manuell vornehmen kann.

20

17. Vorrichtung nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass das Registrierungsmodul (12) für die automatische lage- und dimensionsrichtige Zuordnung anhand künstlicher Marker ausgebildet ist, die sowohl in den 3D-Bilddaten als auch in den 3D-Mapping-Daten erkennbar sind.

30 18. Vorrichtung nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Registrierungsmodul (12) für die automatische lage- und dimensionsrichtige Zuordnung anhand markanter anatomischer Punkte ausgebildet ist, die sowohl in den 3D-Bilddaten

35 als auch in den 3D-Mapping-Daten erkennbar sind.

19. Vorrichtung nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Extrahierungsmodul (11) zur Extrahierung der signi-
fikanten Anteile des zu behandelnden Bereiches durch Segmen-
5 tierung der 3D-Bilddaten ausgebildet ist, um einen 3D-Ober-
flächenverlauf von Objekten im zu behandelnden Bereich zu er-
halten.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19,
10 dadurch gekennzeichnet,
dass das Registrierungsmodul (12) für die automatische lage-
und dimensionsrichtige Zuordnung durch Oberflächenanpassung
des 3D-Oberflächenverlaufes aus den 3D-Bilddaten mit einem
3D-Oberflächenverlauf aus den 3D-Mapping-Daten ausgebildet
15 ist.

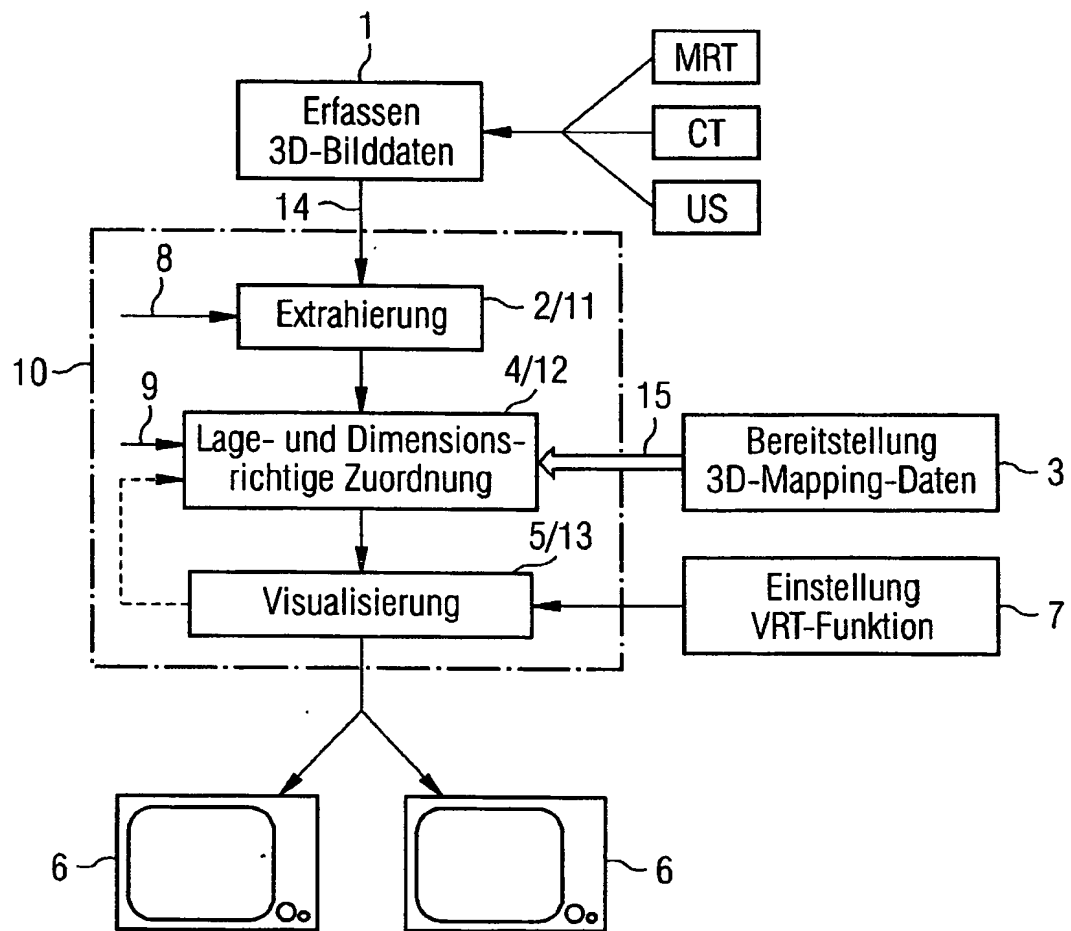
21. Vorrichtung nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Registrierungsmodul (12) für die automatische lage-
und dimensionsrichtige Zuordnung in einem mehrstufigen Pro-
20 zess ausgebildet ist, bei dem in einem ersten Stadium die la-
ge- und dimensionsrichtige Zuordnung anhand markanter anato-
mischer Punkte oder künstlicher Marker erfolgt und in einem
späteren zweiten Stadium durch Oberflächenanpassung des 3D-
25 Oberflächenverlaufes aus den 3D-Bilddaten mit einem 3D-Ober-
flächenverlauf aus den 3D-Mapping-Daten verfeinert wird.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 21,
dadurch gekennzeichnet,
30 dass das Visualisierungsmodul (13) zur Visualisierung eines
Teils eines eingesetzten Katheters innerhalb der Darstellung
der selektierten 3D-Bilddaten in Echtzeit ausgebildet ist.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 2,
35 dadurch gekennzeichnet,
dass das Visualisierungsmodul (13) so ausgebildet ist, dass
bei einer Rotation, Verschiebung oder Skalierung einer der

Visualisierungen durch einen Bediener die andere Visualisierungen gleichzeitig der gleichen Rotation, Verschiebung oder Skalierung unterzogen wird.

1/1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/009446

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 A61B18/14 A61B5/042 A61B5/055 A61B6/03 A61B8/14 G01S15/89		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 A61B G01S		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
Y A	US 6 556 695 B1 (ROBB RICHARD A ET AL) 29 April 2003 (2003-04-29) column 2, lines 14-60 column 3, lines 51-67 column 5, lines 54-62 column 6, lines 14-45 column 7, lines 7-23 column 8, lines 22-27 column 8, line 63 - column 9, line 4 column 9, lines 37-55 column 10, lines 14-16 column 11, lines 33-48 column 12, lines 16-27 column 12, line 52 - column 13, line 28 ----- -/--	15-20, 22,23 21
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex </div>		
* Special categories of cited documents <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>*E* earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>*L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>*X* document of particular relevance, the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>*Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>*Z* document member of the same patent family</p> </div> </div>		
Date of the actual completion of the international search <div style="text-align: center; font-weight: bold;">8 November 2004</div>		Date of mailing of the international search report <div style="text-align: center; font-weight: bold;">18/11/2004</div>
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer <div style="text-align: center; font-weight: bold;">Willig, H</div>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/009446

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
Y	US 2003/004405 A1 (NUTT RONALD ET AL) 2 January 2003 (2003-01-02) paragraphs '0043!, '0079! - '0081! figure 3 -----	15-20, 22,23
A	EP 0 945 104 A (SULZER OSYPKA GMBH) 29 September 1999 (1999-09-29) paragraphs '0004! - '0009!, '0014! - '0018!, '0021!, '0022!, '0033! - '0037! -----	15-23
A	US 2003/018251 A1 (SOLOMON STEPHEN) 23 January 2003 (2003-01-23) paragraphs '0012!, '0014!, '0030!, '0033!, '0049!, '0056!, '0058! -----	15-23
A	WO 00/25672 A (UNIV JOHNS HOPKINS) 11 May 2000 (2000-05-11) page 18, line 27 - page 20, line 11 -----	15-23
A	US 6 308 097 B1 (PEARLMAN ANDREW L) 23 October 2001 (2001-10-23) column 26, line 25 - column 27, line 41 figures 14,15 -----	15-20, 22,23
A	DE 196 21 540 A (ELSCINT LTD) 23 January 1997 (1997-01-23) column 9, lines 27-32 -----	15-20, 22,23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

EP2004/009446

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☒ Claims Nos.: **1-14**
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

PCT Rule 39.1(iv) – method for treatment of the human or animal body by surgery.
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/009446

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6556695	B1	29-04-2003	AU 7481100 A DE 60010309 D1 EP 1224621 A1 JP 2003509145 T WO 0120552 A1	17-04-2001 03-06-2004 24-07-2002 11-03-2003 22-03-2001
US 2003004405	A1	02-01-2003	US 6490476 B1 US 2004030246 A1	03-12-2002 12-02-2004
EP 0945104	A	29-09-1999	EP 0945104 A1 JP 2000000242 A	29-09-1999 07-01-2000
US 2003018251	A1	23-01-2003	US 2004152974 A1 WO 02082375 A2	05-08-2004 17-10-2002
WO 0025672	A	11-05-2000	US 6701176 B1 AU 1605100 A CA 2349235 A1 EP 1126784 A1 WO 0025672 A1 US 2003050557 A1 US 2004167392 A1 US 2003199755 A1	02-03-2004 22-05-2000 11-05-2000 29-08-2001 11-05-2000 13-03-2003 26-08-2004 23-10-2003
US 6308097	B1	23-10-2001	US 6055452 A US 2004133122 A1 US 2002026123 A1 US 2003105410 A1 US 6678552 B2 AU 705041 B2 AU 2591095 A CA 2203405 A1 CN 1166779 A ,B EP 0788329 A1 HU 77227 A2 JP 10512462 T NZ 287251 A WO 9612439 A1 US 6560480 B1 US 5810742 A	25-04-2000 08-07-2004 28-02-2002 05-06-2003 13-01-2004 13-05-1999 15-05-1996 02-05-1996 03-12-1997 13-08-1997 02-03-1998 02-12-1998 24-09-1998 02-05-1996 06-05-2003 22-09-1998
DE 19621540	A	23-01-1997	CA 2177784 A1 DE 19621540 A1 FR 2734935 A1 JP 3022773 B2 JP 9133771 A US 2003063787 A1 US 5871013 A	01-12-1996 23-01-1997 06-12-1996 21-03-2000 20-05-1997 03-04-2003 16-02-1999

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/009446

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 A61B18/14 A61B5/042 A61B5/055 A61B6/03 A61B8/14 G01S15/89		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 A61B G01S		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehorende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y A	US 6 556 695 B1 (ROBB RICHARD A ET AL) 29. April 2003 (2003-04-29) Spalte 2, Zeilen 14-60 Spalte 3, Zeilen 51-67 Spalte 5, Zeilen 54-62 Spalte 6, Zeilen 14-45 Spalte 7, Zeilen 7-23 Spalte 8, Zeilen 22-27 Spalte 8, Zeile 63 - Spalte 9, Zeile 4 Spalte 9, Zeilen 37-55 Spalte 10, Zeilen 14-16 Spalte 11, Zeilen 33-48 Spalte 12, Zeilen 16-27 Spalte 12, Zeile 52 - Spalte 13, Zeile 28 ----- -/--	15-20, 22, 23 21
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 8. November 2004		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 18/11/2004
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P B 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Willig, H

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/009446

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2003/004405 A1 (NUTT RONALD ET AL) 2. Januar 2003 (2003-01-02) Absätze '0043!, '0079! - '0081! Abbildung 3 -----	15-20, 22,23
A	EP 0 945 104 A (SULZER OSYPKA GMBH) 29. September 1999 (1999-09-29) Absätze '0004! - '0009!, '0014! - '0018!, '0021!, '0022!, '0033! - '0037! -----	15-23
A	US 2003/018251 A1 (SOLOMON STEPHEN) 23. Januar 2003 (2003-01-23) Absätze '0012!, '0014!, '0030!, '0033!, '0049!, '0056!, '0058! -----	15-23
A	WO 00/25672 A (UNIV JOHNS HOPKINS) 11. Mai 2000 (2000-05-11) Seite 18, Zeile 27 - Seite 20, Zeile 11 -----	15-23
A	US 6 308 097 B1 (PEARLMAN ANDREW L) 23. Oktober 2001 (2001-10-23) Spalte 26, Zeile 25 - Spalte 27, Zeile 41 Abbildungen 14,15 -----	15-20, 22,23
A	DE 196 21 540 A (ELSCINT LTD) 23. Januar 1997 (1997-01-23) Spalte 9, Zeilen 27-32 -----	15-20, 22,23

Feld II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1. ☒ Ansprüche Nr. **1-14**
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
Regel 39.1(iv) PCT – Verfahren zur chirurgischen Behandlung des menschlichen oder tierischen Körpers
2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

Feld III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.
- ☐ Die Zahlung zusätzlicher Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Akkzeichen

PCT/EP2004/009446

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6556695	B1	29-04-2003	AU 7481100 A	17-04-2001
			DE 60010309 D1	03-06-2004
			EP 1224621 A1	24-07-2002
			JP 2003509145 T	11-03-2003
			WO 0120552 A1	22-03-2001
US 2003004405	A1	02-01-2003	US 6490476 B1	03-12-2002
			US 2004030246 A1	12-02-2004
EP 0945104	A	29-09-1999	EP 0945104 A1	29-09-1999
			JP 2000000242 A	07-01-2000
US 2003018251	A1	23-01-2003	US 2004152974 A1	05-08-2004
			WO 02082375 A2	17-10-2002
WO 0025672	A	11-05-2000	US 6701176 B1	02-03-2004
			AU 1605100 A	22-05-2000
			CA 2349235 A1	11-05-2000
			EP 1126784 A1	29-08-2001
			WO 0025672 A1	11-05-2000
			US 2003050557 A1	13-03-2003
			US 2004167392 A1	26-08-2004
			US 2003199755 A1	23-10-2003
US 6308097	B1	23-10-2001	US 6055452 A	25-04-2000
			US 2004133122 A1	08-07-2004
			US 2002026123 A1	28-02-2002
			US 2003105410 A1	05-06-2003
			US 6678552 B2	13-01-2004
			AU 705041 B2	13-05-1999
			AU 2591095 A	15-05-1996
			CA 2203405 A1	02-05-1996
			CN 1166779 A ,B	03-12-1997
			EP 0788329 A1	13-08-1997
			HU 77227 A2	02-03-1998
			JP 10512462 T	02-12-1998
			NZ 287251 A	24-09-1998
			WO 9612439 A1	02-05-1996
			US 6560480 B1	06-05-2003
			US 5810742 A	22-09-1998
DE 19621540	A	23-01-1997	CA 2177784 A1	01-12-1996
			DE 19621540 A1	23-01-1997
			FR 2734935 A1	06-12-1996
			JP 3022773 B2	21-03-2000
			JP 9133771 A	20-05-1997
			US 2003063787 A1	03-04-2003
			US 5871013 A	16-02-1999